



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Nome completo da(s) Unidade(s) autora(s) (sem sigla)
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1517-2627

Setembro, 2003

Documentos 43

Aspectos Climáticos do Nordeste Fluminense, RJ

Lucieta Guerreiro Martorano
Roberto Oscar Pereyra Rossiello
Neli do Amaral Meneguelli
José Francisco Lumbreras
Leônidas S. S. Valle
Paulo Emílio Ferreira da Motta
Exedito R. G. Rebello
Ueber Pereira Said
Gabriel Souza Martins

Rio de Janeiro, RJ
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024. Jardim Botânico, Rio de Janeiro-RJ

CEP: 22460-000

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Supervisor editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Revisor de texto: André Luiz da Silva Lopes

Normalização bibliográfica: Claudia Regina Delaia

Tratamento de ilustrações: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Editoração eletrônica: André Luiz da Silva Lopes

1ª edição

1ª impressão (2003): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Aspectos climáticos do noroeste fluminense, RJ / Lucieta

Guerreiro Martorano ... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2003.
CD-ROM. - (Embrapa Solos. Documentos; n. 43).

ISSN 1517-2627

1. Clima - Diagnóstico - Brasil - Rio de Janeiro - Itaperuna. 2. Clima - Diagnóstico - Brasil - Rio de Janeiro - Miracema. I. Martorano, Lucieta Guerreiro. II. Rossiello, Roberto Oscar Pereyra. III. Meneguelli, Neli do Amaral. IV. Lumbreras, José Francisco. V. Valle, Leônidas S.S. VI. Motta, Paulo Emílio Ferreira da. VII. Rebello, Expedito R.G. VIII. Said, Ueber Pereira. IX. Martins, Gabriel Souza. X. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). XI. Série.

CDD (21.ed.) 551.6

© Embrapa 2003

Autores

Lucieta Guerreiro Martorano

M.Sc., Embrapa Solos, luty@cnps.embrapa.br

Roberto Oscar Pereyra Rossiello

PhD, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
ropr@ufrj.br

Neli do Amaral Meneguelli

M.Sc., Embrapa Solos, neli@cnps.embrapa.br

José Francisco Lumbreras

M.Sc., Embrapa Solos, jflum@cnps.embrapa.br

Leônidas S. S. Valle

Ph.D., Embrapa Solos, leonidas@cnps.embrapa.br

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Dr., Embrapa Solos, motta@cnps.embrapa.br

Exedito R. G. Rebello

M. Sc., INMET, rebello@inmet.gov.br

Ueber Pereira Said

Extensionista, EMATER-RIO, esregnes@emater.rj.gov.br

Gabriel Souza Martins

Estagiário, Embrapa Solos, gabriel@cnps.embrapa.br

Apresentação

Os autores expressam seus agradecimentos ao Dr. Francesco Palmieri, líder do Projeto RADEMA, pela oportunidade de participarem de sua equipe e ao PRODETAB pelo apoio financeiro fundamental para a execução do presente trabalho.

Aos colegas Ronaldo Pereira de Oliveira, José Silva de Souza, Waldir de Carvalho Júnior e Mário Luiz Diamante Aglio pela valiosa colaboração na etapa final de confecção dos mapas climáticos digitais.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pela concessão dos dados meteorológicos e pluviométricos.

Ao Sr. Heloísio Amorim Machado Júnior, proprietário da Fazenda São Pedro, pela gentileza no fornecimento dos dados pluviométricos de Miracema à Emater-Rio.

Lucieta Guerreiro Martorano
Pesquisadora da Embrapa Solos

Sumário

Resumo	9
Abstract	11
Introdução	13
Revisão de Literatura	13
Bioclimatologia animal	13
Bioclimatologia vegetal	15
Material e Métodos	16
Resultados e Discussão	18
Precipitação pluvial	18
Temperatura do ar	24
Deficiência hídrica	26
Tipologia climática	26
Considerações Finais	29
Referências Bibliográficas	29

Aspectos Climáticos do Noroeste Fluminense, RJ

Lucieta Guerreiro Martorano

Roberto Oscar Pereyra Rossiello

Neli do Amaral Meneguelli

José Francisco Lumbreras

Leônidas S. S. Valle

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Exedito R. G. Rebello

Ueber Pereira Said

Gabriel Souza Martins

RESUMO

A caracterização do clima foi elaborada por meio dos elementos meteorológicos temperatura do ar e precipitação pluvial, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Neste trabalho, elaborou-se um diagnóstico das condições climáticas do Noroeste Fluminense, com ênfase nos municípios de Itaperuna e Miracema. Nestes, estão sendo conduzidas as Unidades de Pesquisa Participativa e Demonstrativa em terras de agricultores do projeto PRODETAB 106-02/99 *“Sistemas pastoris sustentáveis utilizando práticas de plantio direto para recuperação de áreas degradadas em relevo movimentado do Bioma Mata Atlântica - Projeto RADEMA”*. A representação espacial das chuvas foi elaborada a partir dos dados de séries históricas de 21 localidades do entorno da região. Na análise do regime termo-pluviométrico de Itaperuna, tomou-se como base, as informações disponíveis do período de 1969-2000 e, para Miracema o período de 1978-2000. Comparando a mesma série histórica (1978-2000), para ambas as localidades, Miracema apresentou média da ordem de 1316,4 mm e Itaperuna, de 1193,2 mm. O ano de 1983 foi o mais chuvoso tanto em Itaperuna como em Miracema, com 2.062,5 mm e 1.628,5 mm. O menos chuvoso ocorreu em 1990, com 767,5 mm em Miracema e 764,3 mm, em Itaperuna. Comparando-se a década de 1980 com a de 1990, ficou evidente a diminuição das chuvas na última década, a qual mostra uma redução de 108,1 mm (7,86%) em Miracema e 91,8 mm (7,46%) em Itaperuna. Avaliando-se a oferta hídrica, verificou-se que ocorre, ao longo do ano, um período de oito meses (março a outubro) com déficits hídricos e apenas quatro meses com excedentes hídricos no solo (novembro

a fevereiro). A temperatura média anual, em Itaperuna, é de 23,6°C, a média das máximas, 29,7°C e a das mínimas, 19,0°C. Fevereiro é o mês mais quente, com máximas de 33,1°C e julho o mais frio, com mínimas de 15,2°C. Os dados de Itaperuna e de Miracema condicionam a região na tipologia climática **Aw**, de acordo com a classificação climática de Köppen (1948) e, segundo a classificação de Thornthwaite (1955), enquadra-se na tipologia C₁dA' a'.

Termos de indexação: tipologia climática, regime termo-pluviométrico, variabilidade espacial e balanço hídrico.

Climatic Aspects of the Northwestern Region of RJ State

Lucieta Guerreiro Martorano

Roberto Oscar Pereyra Rossiello

Neli do Amaral Meneguelli

José Francisco Lumbreras

Leônidas S. S. Valle

Paulo Emílio Ferreira da Motta

Exedito R. G. Rebello

Ueber Pereira Said

Gabriel Souza Martins

ABSTRACT

The climate was characterized based upon the temperature of the air and pluvial precipitation. The data have been made available by the National Institute of Meteorology (INMET) and by the National Agency of Electric Energy (ANEEL). This work comprises a diagnosis of the climatic conditions of the Northwest Region of the Rio de Janeiro state, given emphasis to Itaperuna and Miracema counties. In these counties are been running on farm researches of the Project PRODETAB 106-02/99 "Sustainable pastoral systems using no till practices for recovery of degraded areas on rolling topography of the Atlantic Forest biome/ RADEMA project. The spatial representation of the rains was based upon data from 21 historical series located around the study area. In order to analyse the therm-pluviometric regime of Itaperuna county, it was taken as reference, the available information of the 1969–2000 period and, for Miracema county the period of 1978-2000. Comparing the same historical series (1978-2000), for both places, Miracema shows an average of 1,316.4mm and Itaperuna, of 1,193.2mm. The year of 1983 was the rainiest one, showing 1,628.5mm in Itaperuna and 2,062.5mm in Miracema. The less rainy year was 1990 showing 767.5mm in Miracema and 764.3mm in Itaperuna. Being compared the amount of rain of the 1980 decade with the one of 1990, it was evident the decrease of the rains in the last decade, which shows a reduction of 108.1mm (7.86%) in Miracema and 91.8mm (7.46%) in Itaperuna. It was observed that there is, along the year, a period of eight

months (March to October) that are under water deficits and just four months with water surpluses in the soil (November to February). In Itaperuna county the annual average temperature is 23.6°C, the maximum average is 29.7°C and the minimum one is 19.0°C. February is the hottest month, with records of 33.1°C and July the coldest one, with minimum of 15.2°C. According to the available data Itaperuna and Miracema counties fit into the climatic typology Aw, of the Köeppen climatic classification, and into the typology C1dA 'a' of the Thornthwaite classification (1955).

Index terms: climatic type, moisture and temperature regime, spatial variability, water balance.

INTRODUÇÃO

No Estado do Rio de Janeiro, o processo de ocupação das terras provocou a retirada da cobertura vegetal original e sua substituição por sucessivos ciclos de monocultura, desencadeou um acentuado quadro de erosão dos solos, acarretando mudanças significativas na oferta hídrica de muitas nascentes no Noroeste Fluminense.

A realidade agrosocioeconômica e cultural dessa região indica que a adoção de sistemas de manejo inadequados – a utilização de áreas inadequadas para atividades agrícolas, associada à eliminação de matas ciliares, constitui-se na principal causa do atual cenário de degradação das terras e empobrecimento dos agricultores. Este quadro favorece a migração das populações para os centros urbanos e/ou proporciona condições de baixos índices de desenvolvimento e de indigências (Peliano, 1993).

Para reverter essa situação, torna-se indispensável o planejamento integrado do uso e manejo dos recursos naturais da região, com a adoção de tecnologias apropriadas que incluam práticas conservacionistas. Para tal, devem ser consideradas, inicialmente, as condições pedoclimáticas, a disponibilidade de água, bem como as condições de relevo, respeitando-se a vocação produtiva regional.

Neste trabalho, avaliou-se as condições climáticas do Noroeste Fluminense, dando ênfase às localidades onde se concentram as ações de pesquisa do Projeto RADEMA (Recuperação de Áreas Degradadas na Região da Mata Atlântica), visando caracterizar a oferta climática regional e identificar épocas mais limitantes à condução das pastagens e dos rebanhos leiteiros da região.

REVISÃO DE LITERATURA

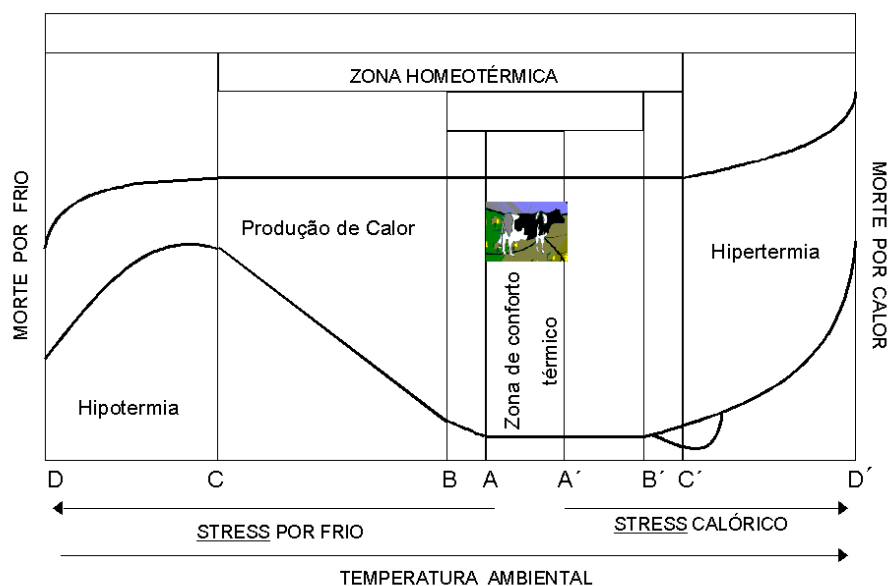
Visando identificar as variáveis climáticas condicionantes ao desenvolvimento dos vegetais e animais que integram o sistema, foi feita uma abordagem considerando os seguintes aspectos:

Bioclimatologia animal

A importação de raças especializadas em produção de leite, geralmente de clima temperado, é um dos maiores condicionantes à aclimação degenerativa, principalmente pelo manejo deficiente dos rebanhos, devido às

peculiaridades das condições climáticas, topográficas e ecológicas das regiões tropicais do País (Souza *et al.*, 1996).

O funcionamento fisiológico eficaz de um organismo é altamente complexo, dependendo de diferentes processos para manter a sua temperatura estável, tanto em ambientes frios como em quentes (Müller, 1982). O estresse calórico, fator limitante ao desenvolvimento dos animais, é um estado fisiológico influenciado pela combinação de condições ambientais que determinam a efetiva temperatura, condicionando a variação da zona de conforto térmico do animal (Figura 1).



Fonte: Müller 1982.

Figura 1. Zonas de temperaturas críticas para os animais domésticos.

A temperatura, a umidade relativa do ar, a radiação solar incidente e o vento são as variáveis meteorológicas que mais afetam o conforto térmico dos animais. Suas interações podem ser favoráveis ou não, dependendo das condições ecofisiológicas do animal, conforme ressaltam Barbosa & Silva (1995), referindo-se a ovinos.

Na literatura, encontram-se referências sobre vários índices que determinam o conforto térmico, geralmente, em função da temperatura e da umidade do ar. O

mais conhecido deles é o de Temperatura-Umidade (THI), bastante utilizado em trabalhos com bovinos (Cargill & Stewart, 1966; Johnson *et al.*, 1963; Barbosa, 1994). Segundo esses autores, os valores encontrados para esse índice, crítico para a produção de leite, variam de 72 a 75. De acordo com Hahn (1985), o valor de THI que identifica uma condição normal para os animais domésticos deve estar em torno de 70. Buffington *et al.* (1981) desenvolveram o “Índice do Globo Negro-Umidade” (BGHI), que considera os efeitos da radiação solar e da velocidade do vento e que se mostrou mais acurado que o THI quando os animais são expostos à radiação solar.

Durante os períodos de estresse, um animal quando exposto ao sol, fica sujeito a uma carga de calor radiante maior do que sua produção de calor metabólico (Bond *et al.*, 1967).

O sucesso da exploração pecuária tem como ponto básico a adequada formação de pastagens. Uma das decisões a serem tomadas neste contexto diz respeito à escolha adequada da espécie forrageira que, por sua vez, está condicionada a uma série de variáveis do meio, sobretudo do clima.

Bioclimatologia vegetal

A data do plantio das pastagens influencia a duração do período vegetativo, até o seu completo desenvolvimento. Comparando a variação anual com as variações mensais da evapotranspiração potencial das pastagens (ETP), verifica-se que estas serão maiores, pois estarão em estreita relação com as variações das condições meteorológicas. Como as ETPs diárias podem variar muito, fornecendo valores baixos em dias chuvosos, úmidos, nublados e calmos, e valores altos em dias ensolarados, secos e de ventos fortes (Doorenbos & Pruitt, 1977), torna-se necessário a elaboração de balanços hídricos seqüenciais, que possibilitará estimar o consumo de água durante todo o ciclo vegetativo das pastagens.

Os vários processos que envolvem o fluxo de água no solo, tais como infiltração, redistribuição, evaporação e absorção pelas plantas, são interdependentes e, na maioria das vezes, ocorrem simultaneamente. Assim, para avaliar o ciclo de água em uma cultura, é necessário estimar o balanço hídrico de água do solo, que é o somatório das quantidades que entram e que saem de um determinado volume do solo, em um dado momento. Portanto, o resultado é a quantidade líquida de água que permanece no solo (Pereira *et al.*, 1997).

Um outro aspecto relacionado às informações bioclimáticas refere-se ao comportamento das espécies e/ou variedades de plantas forrageiras por diferirem muito entre si quanto às respostas da produtividade, em relação às variáveis ambientais e ao manejo. A característica intrínseca das forrageiras é o resultado de sua interação com o meio. O fator umidade exerce um efeito marcante sobre a distribuição de matéria seca ao longo do ano (para espécies adaptadas ecologicamente à região), enquanto a temperatura, abaixo do ponto ótimo da maior taxa assimilatória líquida, exerce efeito na produção, retardando ou mesmo suprimindo o crescimento da planta.

Combinações de altas temperaturas e deficiência hídrica são fatores que, em condições de campo, estão altamente correlacionados, podendo afetar qualquer fase do ciclo anual das pastagens. Como exemplo, Oliva & Teixeira (1978) constataram, ao avaliar o percentual de germinação em sementes de *Stylosanthes guianensis* e *S. capitata*, que praticamente 60% das sementes germinaram a uma temperatura de 20°C e sob tensão de água no solo igual a 2,0bar. Nas mesmas condições, outras espécies forrageiras poderão apresentar poder germinativo diferente, segundo a sua maior ou menor tolerância ao estresse ambiental, uma característica, amplamente dependente do genoma vegetal.

Vale ressaltar que, entre as metas do Projeto RADEMA, busca-se investigar as variáveis que mais afetem a dinâmica do sistema solo-clima-pastagem-animal, visando o estabelecimento de indicadores de sustentabilidade da pecuária leiteira na região.

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo compreende a região Noroeste Fluminense que representa 12,3% da área total do estado e está localizada entre os paralelos 20°45' e 21°50'S e 41°28' e 42°23'W, do Estado do Rio de Janeiro. Abrange, aproximadamente, 5.388 km², com predomínio de relevo forte ondulado e montanhoso sendo formada por treze municípios: Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje de Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sai.

Neste trabalho, foram utilizados três conjuntos de dados a saber:

- a) observações mensais e anuais de precipitação pluvial, correspondentes ao período de 1990 a 1997, de 21 localidades, cedidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que possibilitaram a espacialização do regime pluviométrico médio na região;

- b) dados termo-pluviométricos, referentes ao período de 1969 a 2000, fornecidos pela estação do INMET, localizada em Itaperuna, entre as coordenadas $21^{\circ}12'S$ e $41^{\circ}54'W$, com 128 m de altitude; e
- c) dados pluviométricos diários, de Miracema, cedidos pela Emater-Rio, coletados na Fazenda São Pedro e correspondentes ao período de 1978 a 2000. Devido à diferença entre as séries históricas, as análises climáticas para Miracema e Itaperuna foram realizadas considerando o período homogêneo correspondente aos 23 anos (1978 a 2000).

No caso de Itaperuna, cujos dados pluviométricos totalizaram 32 anos, houve necessidade de compartimentá-los em períodos (8, 23 e 32), compatíveis com os dados das outras localidades que foram comparadas. Assim sendo, avaliou-se desvios positivos e negativos mensais entre esses períodos, dessa mesma localidade, visando identificar meses onde as flutuações climáticas são menos evidenciadas e, portanto, mais próximas do padrão climático da região.

Para avaliar o regime de temperatura do ar e de pluviosidade, foi considerada toda a série de 32 anos de Itaperuna. Os dados foram analisados, estatisticamente, segundo o delineamento blocos ao acaso, considerando os anos como tendência e os meses como sazonalidade, através do programa Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 2000).

Na espacialização dos dados, empregaram-se técnicas de geoprocessamento, utilizando-se “softwares” de sistemas de informação geográfica. Os procedimentos adotados foram: (1) digitalização da base cartográfica e dos mapas temáticos, empregando o “SGI/VGA” da Engespaço; (2) tratamento e processamento geométrico e temático (mudanças de escala, sistemas de projeção, regras de interpretação, reclassificações, cruzamentos e análises espaciais), utilizando o “Arc/Info” da Environmental Systems Research Institute - ESRI (Environmental Systems Research Institute, 1994) e (3) edição dos mapas finais de clima. Assim sendo, o mapa de isoietas médias anuais foi gerado com base nos dados pluviométricos das 21 localidades da área de estudo e do seu entorno e, posteriormente, recortou-se no “ArcView” apenas a área de abrangência do Projeto RADEMA.

Devido à quantidade de estações meteorológicas gerenciadas pelo INMET ser insuficiente para montar uma malha de pontos, com dados de temperatura do ar, utilizou-se um modelo de regressão linear para estimar dados médios mensais de

parâmetros (a, b, c) e coeficientes de determinação (R^2) ajustados às equações de regressão linear múltipla para o Estado do Rio de Janeiro. Nesse trabalho, o mapa de isotermas médias anuais apresentado, trata-se de um recorte, na base digital gerada no Zoneamento do Café, cuja série de dados correspondeu ao período de 1979 a 2000 (Manzatto, 2002).

Considerando a disponibilidade de dados termo-pluviométricos apenas para Itaperuna, elaborou-se o balanço hídrico médio para identificar as épocas de déficits e de excedentes de água, adotando-se a capacidade de água disponível no solo (CAD) igual a 100 mm. O balanço hídrico foi estimado através de planilhas geradas por Rolim *et al.* (1998), usando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), que adota equações semelhantes àsquelas especificadas em Martorano (1998). Procurou-se avaliar a produtividade potencial das gramíneas, em função das relações entre a evapotranspiração real e potencial (ETR/ETP) e dos excedentes hídricos derivados de balanços hídricos.

A CAD é calculada pela diferença entre o conteúdo de água na capacidade de campo (qCC) e no ponto de murcha permanente (qPMP), multiplicado pela profundidade efetiva do sistema radicular (PESR), conforme a Equação 1:

$$CAD = (qCC - qPMP) \times PESR \quad (1)$$

A CAD é uma característica que depende da granulometria, da compactação e do teor de matéria orgânica do solo. Adotou-se uma CAD de 100 mm para avaliar a zona média de absorção de água pelas raízes, embora, durante o andamento do projeto, deverá ser determinada a capacidade de água disponível para cada classe de solo, nas *Unidades de Pesquisa Participativas e Demonstrativas (UPEPADEs)*, bem como realizadas outras ações de pesquisa como o monitoramento agrometeorológico, que auxiliarão nos estudos de integração de variáveis investigadas pelo Projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Precipitação pluvial

A distribuição espacial dos totais anuais de chuva, no Noroeste Fluminense, revela que as isoietas de maiores valores ocorrem na porção Nordeste que abrange parte dos municípios de Natividade e Varre-Sai, bem como na porção Noroeste que compreende parte dos municípios de Patrocínio do Muriaé e Laje do Muriaé. No

A partir dessa análise espacial, procurou-se avaliar o comportamento ao longo das séries históricas, das estações de Itaperuna e Miracema. Assim sendo, na Figura 3 são representados os valores pluviométricos para Itaperuna, correspondentes aos dois períodos analisados, sendo evidentes, diferenças negativas nos meses de setembro e dezembro e no período compreendido entre janeiro a abril. Nos meses de maio a agosto, praticamente, não houve variação entre as duas séries analisadas, pois a média de 32 anos (1969 a 2000), comparada à de 23 anos (1978 a 2000), apresentou valor muito próximo. Os dados evidenciaram poucas flutuações pluviométricas nesses meses.

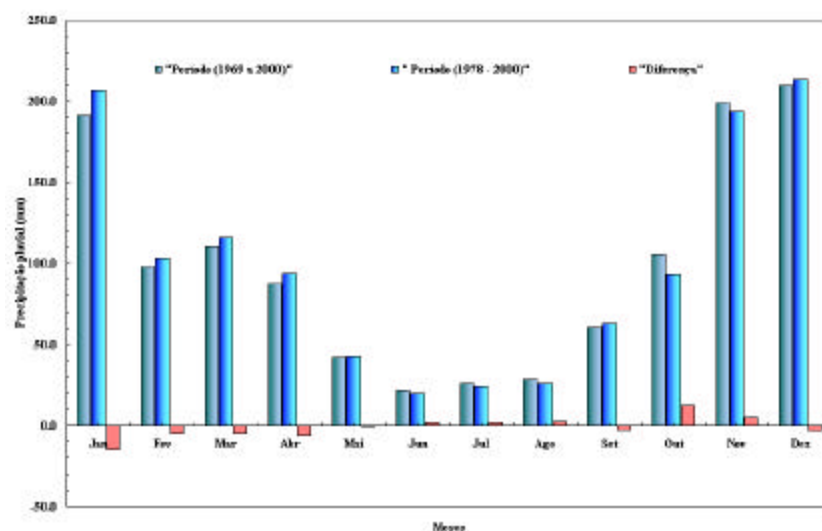


Figura 3. Dados comparativos, entre os valores pluviométricos mensais, nos períodos de 1969 a 2000 e de 1978 a 2000, em Itaperuna.

Quanto ao comportamento das chuvas ao longo dos anos, verificou-se que os eventos seguiram o mesmo ritmo, apresentando-se o ano de 1983 como o mais chuvoso, com 1628,5 mm em Itaperuna e 2062,5 mm em Miracema. Neste ano, o fenômeno *El Niño* foi classificado como forte (Coelho *et al.*, 1999; Cunha *et al.*, 1999; Voiturez & Jacques, 2000), indicando a influência de efeitos de grande escala nas condições climáticas da região. O ano menos chuvoso foi 1990 com 764,3 mm e 767,5 mm, respectivamente em Itaperuna e Miracema (Figura 4).

Salienta-se que, em anos de ocorrência desse fenômeno, os ventos alísios são enfraquecidos, chegando, em algumas áreas na faixa tropical, até a inverterem o

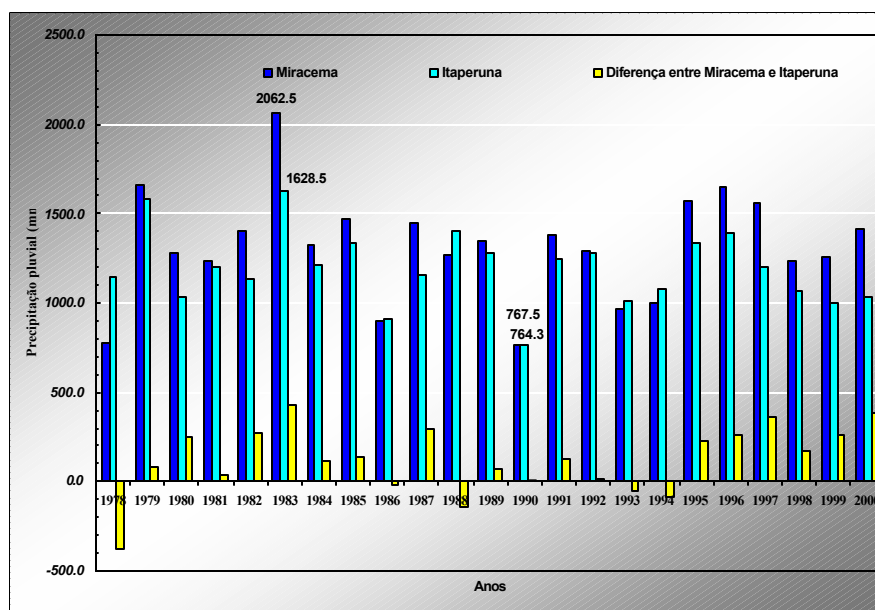


Figura 4. Totais pluviométricos e diferenças anuais em Itaperuna e em Miracema (1978-2000).

sentido e passarem a soprar para leste. As águas, não tendo mais sustentação, a oeste do Pacífico equatorial, movimentam-se em direção à América do Sul. Seus deslocamentos trazem consigo a fonte de calor para a costa oeste da América do Sul, gerando mudanças na circulação geral da atmosfera.

Comparando a década de 1980 com a de 1990, fica evidente a diminuição das chuvas na última década, ou seja, observa-se uma redução de 108,1 mm (92,14%) em Miracema e 91,8 mm (92,54%) em Itaperuna (Figura 5).

Em se tratando do regime de chuvas, em termos médios mensais (Figura 6), constatou-se que, no período de maio a agosto, ocorreram valores inferiores a 50 mm enquanto que nos meses compreendidos entre novembro e janeiro, período que apresentou maiores ofertas de precipitação pluvial, foram superiores a 150 mm.

Portanto, os meses mais chuvosos da série estudada corresponderam a novembro, dezembro e janeiro com 198,6; 210,1 e 191,2 mm, respectivamente, e os menos chuvosos situaram-se entre maio a setembro, sendo junho, o de menor precipitação (21,6 mm). Apesar da quantidade precipitada ter variado ao longo dos 32 anos, tais variações não foram, estatisticamente, significativas.

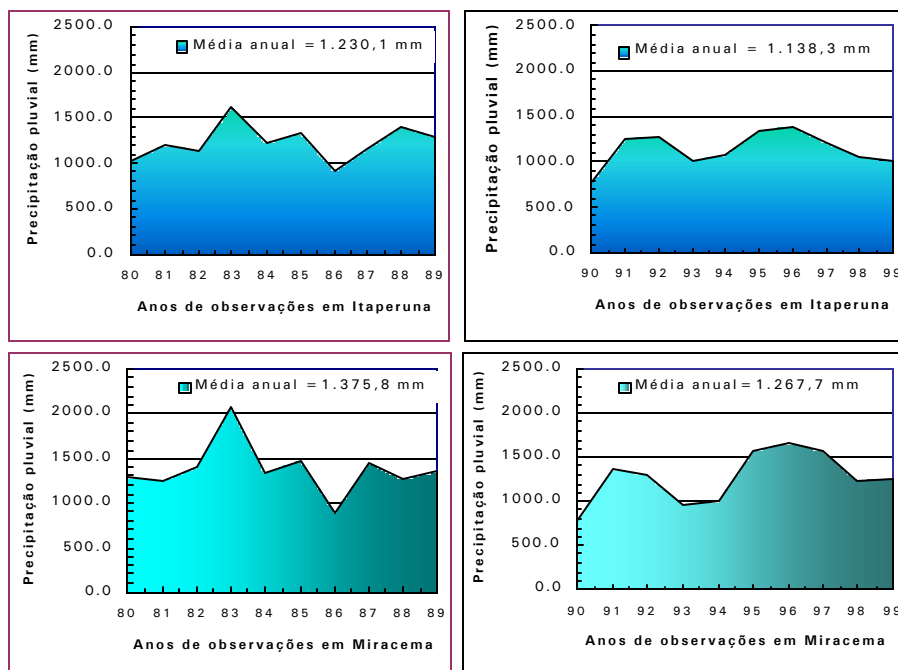


Figura 5. Variabilidade das chuvas anuais nas décadas de 80 e 90 em Itaperuna e Miracema (1978-2000).

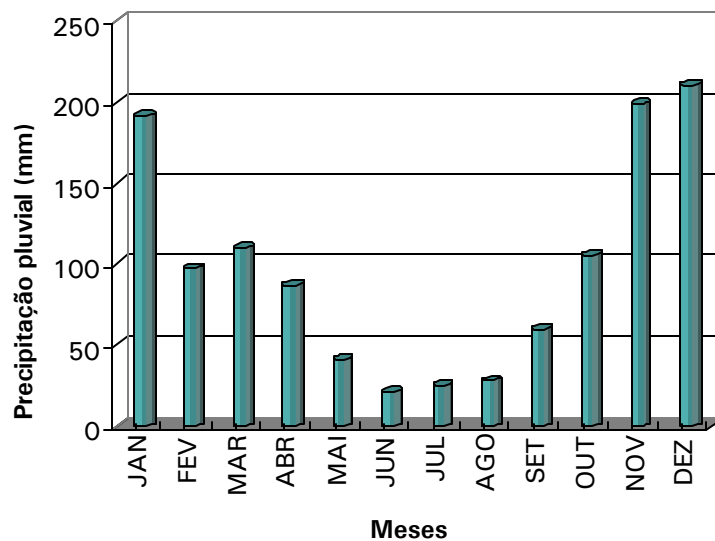


Figura 6. Cotas pluviométricas médias mensais em Itaperuna (1969-2000).

Em síntese, as médias gerais das precipitações pluviais das séries analisadas foram de 1.193,2 mm em Itaperuna e de 1.316,4 mm em Miracema. Portanto, em termos de totais anuais, para as duas localidades, observou-se que as chuvas apresentaram o mesmo padrão de comportamento, sendo que as maiores ofertas pluviométricas ocorreram em Miracema. Esses valores se aproximam aos encontrados por Davis & Naghetinni (2001), onde eles comentam que a pluviosidade média anual, nessa região, varia entre 1.100 a 1.200 mm.

Em se tratando de médias mensais, as cotas pluviométricas foram mais altas em Miracema do que em Itaperuna nos meses de setembro a março. Comparando os dados médios mensais destas estações, referentes ao período de 1978 a 2000, observou-se que o mês mais chuvoso foi dezembro, com 247,5 e 213,5 mm, respectivamente. No entanto, julho foi o mês com menor quantidade de chuva em Miracema, com média de 20,3 mm e, em Itaperuna, junho com média de 19,9 mm. Verificou-se que, no mês de dezembro, ocorreram as maiores variações pluviométricas, sendo este um indicador da variabilidade das chuvas de verão (Figura 7).

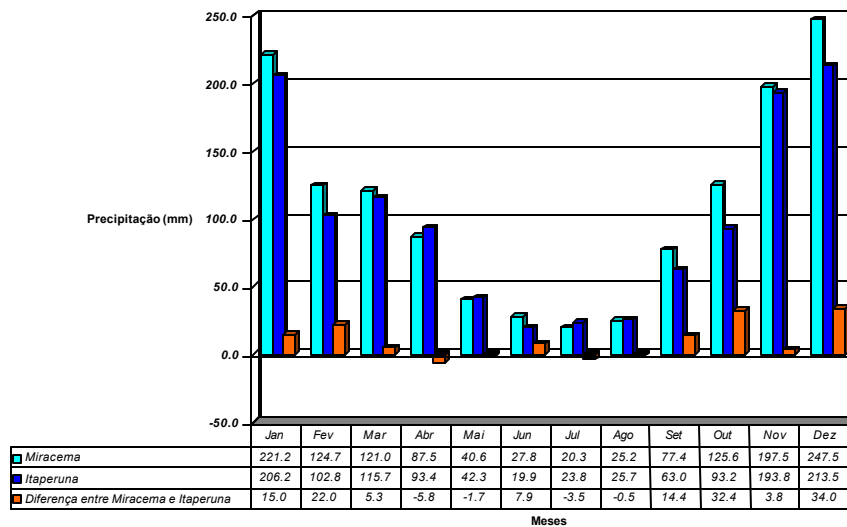


Figura. 7. Totais pluviométricos e diferenças mensais em Itaperuna e em Miracema (1978-2000).

Ressalta-se que, neste estudo, não foram considerados os períodos com interrupção das chuvas durante a época chuvosa, os chamados veranicos, devido à não disponibilidade de dados diários, até a conclusão do presente trabalho. Dada a sua

importância, esta variável será avaliada a partir do monitoramento agrometeorológico, no decorrer do projeto.

Temperatura do ar

Existem fatores que influenciam no balanço local de radiação e conseqüentemente na temperatura do ar, ou seja: (a) latitude, hora do dia e dia do ano, que determinam a altura do sol e a intensidade e duração da radiação solar incidente; (b) cobertura de nuvens, pois afeta o fluxo, tanto da radiação solar como da radiação terrestre e (c) a natureza da superfície, pois determina o albedo¹ e a percentagem da radiação solar absorvida usada no aquecimento por calores sensível e latente.

Com relação ao regime térmico, considerando os 32 anos de dados em Itaperuna, verificou-se que a média anual foi de 23,6°C, com média das máximas da ordem de 29,7°C e das mínimas de 19,0°C. O mês mais quente foi fevereiro, com temperaturas médias máximas chegando aos 33,1°C. Fevereiro foi o mês de maior temperatura mínima média (22,0°C), enquanto junho e julho os de menores valores, da ordem de 15,7 e 15,2°C (Figura 8).

A partir da análise estatística da temperatura média do ar, verificou-se tendência e sazonalidade altamente significativas. Segundo o teste de Tukey, o ano de 1990 foi o que apresentou média mais elevada (24,6°C), estatisticamente superior às dos demais anos estudados. Fevereiro foi o mês de temperatura média mais elevada (26,7°C), significativamente superior às dos outros meses. O ano de 1998 foi o de menor temperatura mínima média (20,0°C).

Quanto às temperaturas máximas e mínimas, observou-se significâncias, tanto para tendência quanto para sazonalidade. Os anos de 1986 e 1990 foram os que apresentaram maiores temperaturas máximas, da ordem de 31,0°C (Figura 9).

Quanto às médias das temperaturas máximas, verificou-se que de janeiro a março, respectivamente, ocorreram os maiores valores com 32,2; 33,1 e 32,1°C, enquanto as menores máximas aconteceram nos meses de junho (27,4°C), julho (27,1°C) e agosto (28,1°C). Os anos que apresentaram as maiores temperaturas máximas foram 1986 e 1990, ambos com 31,0°C.

¹ O Albedo de um objeto é a razão entre a quantidade de radiação solar refletida pelo objeto e a quantidade total que ele recebe. Um objeto com um alto albedo é mais brilhante do que um objeto com um baixo albedo. Um objeto branco, completamente refletor, tem um albedo 1,0 enquanto que um objeto preto, sem refletividade, tem um albedo 0,0 (zero).

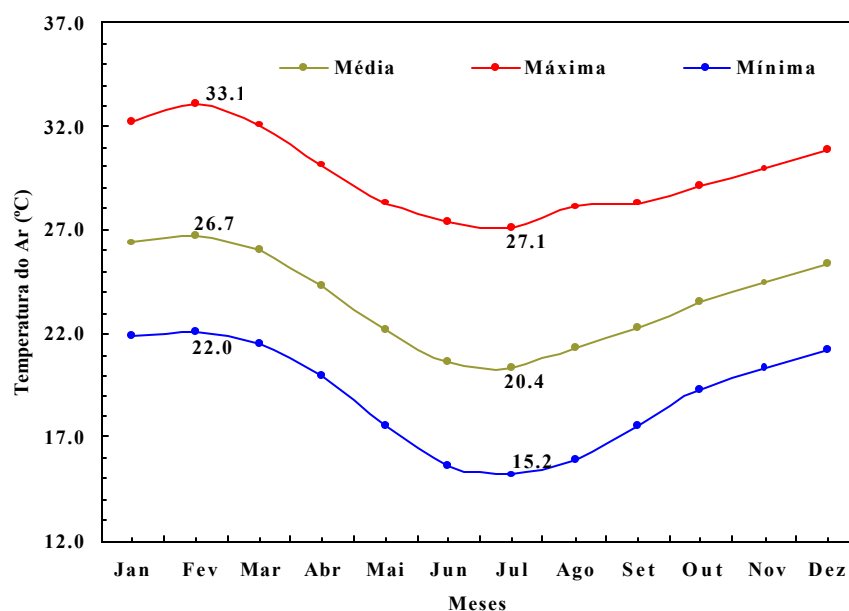


Figura 8. Temperaturas médias e extremas mensais em Itaperuna (1969-2000).

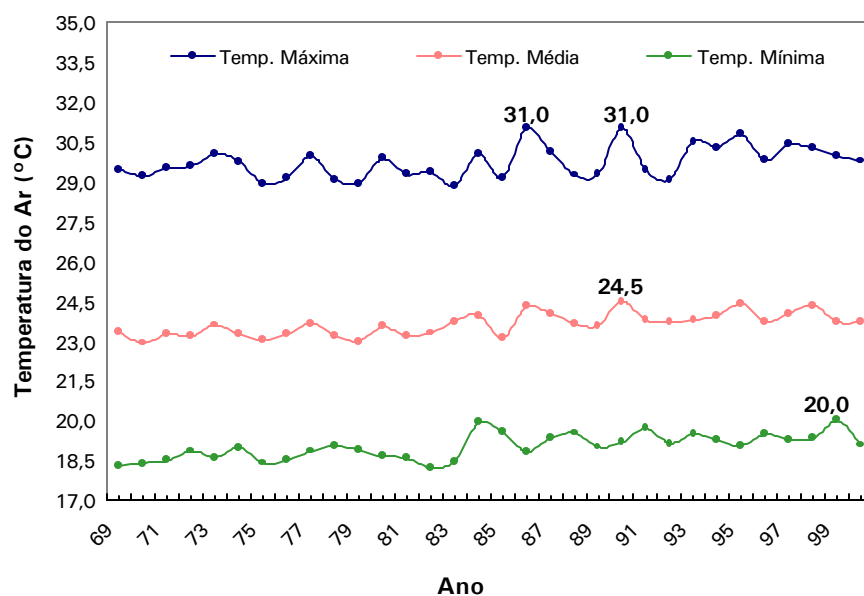


Figura 9. Temperaturas médias e extremas anuais em Itaperuna (1969-2000).

De acordo com a análise de variância em blocos casualizados, onde se considerou o efeito de anos como tendência e o de meses como sazonalidade, pode-se constatar que, para a variável precipitação, o efeito de anos não foi estatisticamente significativo, isto é, não existe tendência. Já o efeito dos meses foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, indicando a ocorrência de sazonalidade. Com exceção da análise de chuva, cujo coeficiente de variação foi alto (58%), os demais, correspondentes às análises de temperaturas (média, máxima e mínima) foram baixos, entre 3 e 4%.

Com relação ao regime térmico da região, informa-se que as isotermas com valores mais altos, entre 24°C e 25°C, aparecem em uma faixa que corta a parte Sul dos municípios de Cambuci, Aperibé e Santo Antônio de Pádua. Por outro lado, as isotermas de menores valores (18°C a 19°C) ocorrem nas áreas mais elevadas da região, mais precisamente na parte Norte do município de Porciúncula e grande parte de Varre-Sai. Já em Itaperuna, observa-se que a porção mais central é regida por condições térmicas que variam de 23 a 24°C (Figura 10).

Deficiência hídrica

Avaliando a oferta hídrica, ao longo do ano, observa-se, na Figura 11, que a partir de novembro ocorreram excedentes hídricos no solo, com valores próximos aos 60 mm, no mês de dezembro. Nos meses subseqüentes, vão cessando essas reservas, progressivamente, até fevereiro, podendo chegar até a 8 meses com déficit hídrico.

Tipologia climática

Para definir o clima de uma região é necessário considerar a atuação de fatores como: radiação solar, latitude, continentalidade², massa de ar e correntes oceânicas. Esses fatores condicionam os elementos climáticos como: temperatura, precipitação, umidade do ar e pressão atmosférica, que, por sua vez, definirão as tipologias climáticas.

Com base nos dados de Itaperuna e de Miracema verificou-se que as áreas onde estão localizados os experimentos, pertencem a tipologia climática **Aw**, segundo Köppen (1948), cujas características são típicas de clima tropical chuvoso com inverno seco, sendo que no trimestre menos chuvoso, as médias pluviométricas são inferiores aos 60 mm.

² Proximidade ou afastamento de um lugar em relação ao oceano. Este tem sobre a temperatura um efeito amenizador, não permitindo, nos lugares próximos, temperaturas muito elevadas no verão e muito reduzidas no inverno, como sucede nos lugares situados no interior.

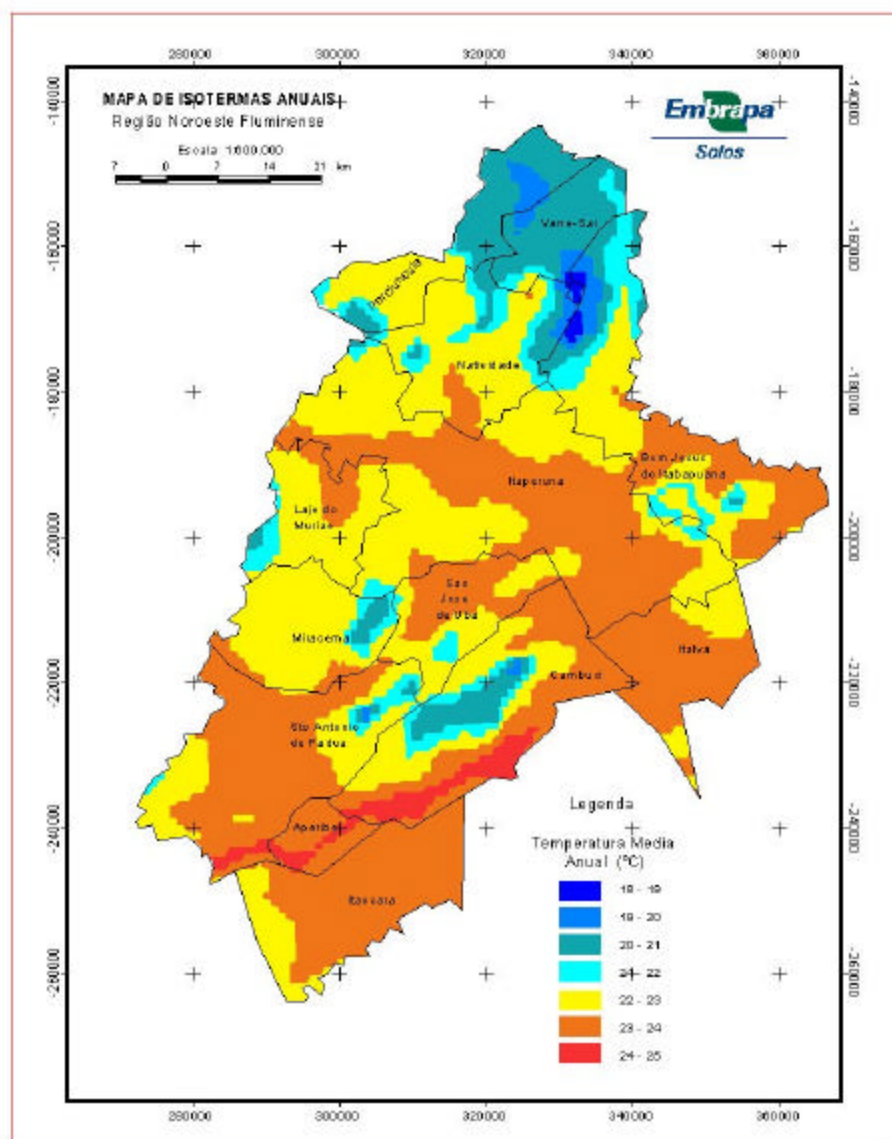


Figura 10. Isotermas médias anuais (1973-2000).

Xavier *et al.*, 2000, ao analisar as séries das normais climatológicas referentes aos períodos 1931-1960 e 1961-1990 para Itaperuna, mostram que existem indícios de que o clima da região vem se tornando mais seco e mais quente, sendo

classificado como clima Megatérmico Subúmido Seco, com precipitação insuficiente em todas as estações do ano. Neste trabalho, utilizando-se a classificação de Thornthwaite & Mather (1955), encontrou-se a tipologia $C_1dA'a'$, cujas características do índice efetivo de umidade, da variação estacional dos índices de umidade e aridez, bem como o de eficiência térmica enquadram-se na mesma classificação climática encontrada por esses autores para região.

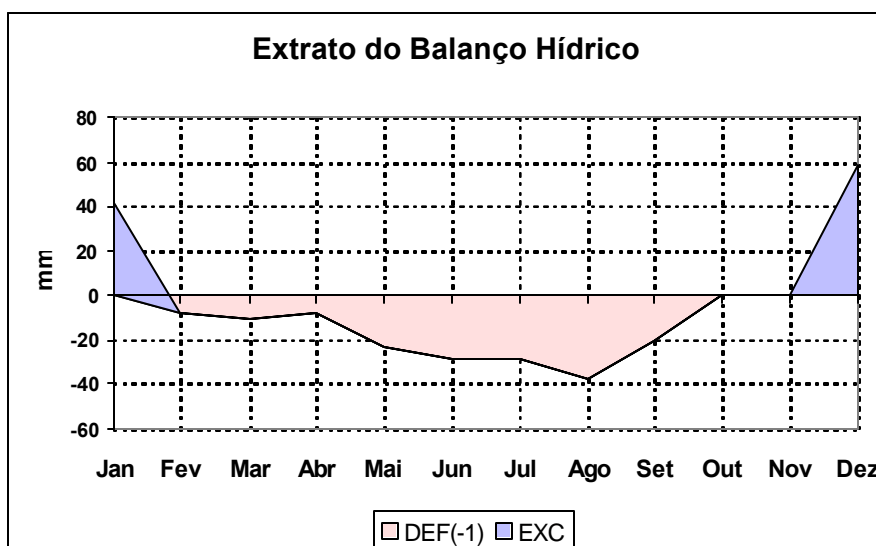


Figura 11. Balanço hídrico médio para Itaperuna (1969-2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização climática apresentada no presente trabalho foi fundamentada na análise dos dados meteorológicos, destacando-se que um mapa de isolinhas é a representação de uma superfície por meio de curvas de isovalor. Assim sendo, o detalhamento nos mapas de isoietas e isotermas foi condicionado à quantidade de estações meteorológicas ou pontos pluviométricos, com séries homogêneas disponíveis até a presente data. Sabe-se que quanto maior a quantidade de pontos representativos de uma variável, maior será a precisão da informação obtida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, O. R. **Utilização do índice de conforto térmico em zoneamento bioclimático da ovinocultura**. 1994. 76 p. Tese de doutorado, UNESP, Jaboticabal, SP.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG., v.24, n.6, p. 874-883, 1995.

BOND, T. E.; KELLY, C. F.; MORRISON, S. R., *et al.* Solar atmospheric and terrestrial radiation received by shaded and unshaded animals. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.10, n.5, p. 622-625, Sept/Oct, 1967.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, May/Jun, 1981.

CARGILL, B. F.; STEWART, R. E. Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 9, n. 5, p. 702-706, Sept/Oct, 1966.

COELHO, C. A. S.; DRUMOND, A. R. M.; AMBRIZZI, T. Estudo climatológico sazonal da precipitação sobre o Brasil em episódios extremos da oscilação sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 14, n.1, p. 49-65, 1999.

CUNHA, G. R.; DALMAGO, G. A.; ESTEFANEL, V. Influências do fenômeno Enso sobre a cultura de trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.127-138, 1999.

DAVIS, E. G.; NAGHETINNI, M. C. Estudo de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro. In: Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CPRM/DRM-RJ; Embrapa Solos, 2001 [CD-ROM. Contém texto e mapa, escala 1:500.000.]

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 179 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).

ENVIRONMENTAL SYSTEM RESEARCH INSTITUTE. **PC ARC/INFO, Command references**. New York, 1994.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v.2, p. 151-174.

JOHNSON, H. D.; RAGSDALE, A. C.; BERRY, I. L.; SHANKLIN, M. D. **Temperature-humidity effects including influence acclimation in feed and water consumption of Holstein cattle**. Columbia: University of Missouri, 1963. 12p. (Research Bulletin, 846).

KÖEPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.

MANZATTO, H. H. H. (Coord.). **Zoneamento agroclimático para a cultura de café no Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: PESAGRO, 2002. No prelo.

MARTORANO, L. G. **Zoneamento agroecológico da quadrícula de Ribeirão Preto, SP, com base em características de solo, relevo e clima**. 1998. 77p. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.

OLIVA, M. A.; TEIXEIRA, M. do C. B. **Estudo das taxas de germinação de diferentes espécies forrageiras de cerrado**. Projeto Bovinos; relatório 74/76, EPAMIG: Belo Horizonte, 1978. p. 28-31.

PELIANO, A. M. T. M. (Coord.). **O mapa da fome II**: informações sobre a indigência por municípios da federação. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1993. 68p.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.

SAS INSTITUTE. **SAS system for Microsoft Windows release 8.1**. Cary, NC, 2000. Conjunto de programas. CD ROM.

SOUZA, E. M. de; MILAGRES, J. C.; REGAZZI, A. J.; MARTINEZ, M. L.; SILVA, M. de A. S. Efeito de fatores genéticos e de meio ambiente sobre a produção de leite em rebanhos GIR leiteiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 5, p. 889-901, 1996.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

VOITURIEZ, B.; JACQUES, G. **El Niño**: Realidad y ficción. Paris: UNESCO, 2000. 142 p.

XAVIER, M. C. A.; PAIVA, C. M.; ALVES, G. S. Classificação e índice de mudança climática em Itaperuna, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.